

# فورسز کا گھمانے کا اثر

(Turning Effect of Forces)

طلبہ کے علمی ماحصل امتحان

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ  
لائنک اور آن لائنک جبرائیل فورسز کی تعریف بیان کر سکیں۔  
فورسز اوپیکٹرز کو جمع کرنے کا ہیڈ ٹو ٹیل رول بیان کر سکیں۔  
بیان کر سکیں کہ کس طرح کسی فورس کو اس کے عمودی کمپونینٹس میں تقسیم کیا جاتا  
ہے۔

عمودی کمپونینٹس سے کسی فورس کی مقدار اور سمت معلوم کر سکیں۔  
مومنٹ آف فورس یا ٹارک کی تعریف کر سکیں بطور  
ایکسٹرفورمیشن سے فورس کے عمل کی لائن کا عمودی فاصلہ  $\times$  فورس = ٹارک  
روزمرہ زندگی کے حوالہ سے فورس کے گھمانے کے اثر کی تشریح کر سکیں۔  
مومنٹس کا اصول بیان کر سکیں۔

کسی جسم کے سنٹر آف ماس اور سنٹر آف گریوٹیٹی کی تعریف کر سکیں۔  
کپل کی بطور ایسی دو فورسز کے تعریف کر سکیں جو روٹیشن پیدا کرنے کی کوشش  
کرتی ہیں۔

ثابت کر سکیں کہ کپل کا کسی بھی پوائنٹ کے گرد مومنٹ ایک جیسا ہی رہتا ہے۔  
ایکوی لبریم کی تعریف کر سکیں اور روزمرہ زندگی سے مثالیں دے کر اس کی  
اقسام کی درجہ بندی کر سکیں۔

کسی جسم کے ایکوی لبریم کی دو شرائط بیان کر سکیں۔  
سادہ متوازن سسٹمز میں صرف ایک ایکسٹرفورم پر قائم اجسام سے متعلق مشقی  
سوالات حل کر سکیں۔



## تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

لیور سائنس - V

مشینیں سائنس - VI

کائناتی مینیکس فزکس - IX

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

روٹیشنل مومنٹ، اوپیکٹرز اور

ایکوی لبریم فزکس - XI



## اہم تصورات

اجسام اور فورسز	4.1
ریزلٹ آف فورسز	4.2
ریزولوشن آف فورسز	4.3
مومنٹ آف فورس	4.4
مومینٹس کا اصول	4.5
سنٹر آف ماس	4.6
سکیل	4.7
ایکوی لبریم	4.8
سٹیبلٹی	4.9



شکل 4.1: سیخڑ کی مدد سے ٹٹ کھولنا آسان ہے۔



شکل 4.2: بچے سروں پر پانی کے برتن اٹھائے ہوئے۔

ایکوی لبریم کی مختلف حالتیں بیان کر سکیں اور عام مثالوں سے ان کی درجہ بندی کر سکیں۔

سنٹر آف ماس کی پوزیشن سے پیدا ہونے والے سادہ اجسام کے متوازن ہونے کی وضاحت کر سکیں۔

## طلبہ کی تحقیقی مہارت

باقاعدہ اور بے قاعدہ اشکال کے اجسام کا سنٹر آف ماس اور سنٹر آف گریوٹی معلوم کر سکیں۔

## سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

مومنٹ آف فورس کے عملی اطلاقی کی مثالوں کے طور پر بوتل اوپنر، سیخڑ، دروازے اور کھڑکیوں کے ہینڈل وغیرہ کی درکنگ کی وضاحت کر سکیں۔

سی سا کے کام کرنے کا اصول بیان کر سکیں۔

سٹیئرنگ وھیل اور ہائیکل کے ہینڈل پر پکھل کے کردار کا عملی مظاہرہ کر سکیں۔

ہیلنگنگ کھلونے اور رینگ کار وغیرہ کے مظاہرے سے واضح کر سکیں کہ کسی جسم کے متوازن ہونے کو اس کے سنٹر آف ماس کی بلندی کم کرنے اور بنیاد کا رقبہ بڑھانے سے بہتر کیا جاسکتا ہے۔

کیا ہائیکل کے ایکسل کا نٹ ہاتھ سے ڈھیلا کیا جاسکتا ہے؟ عموماً اس کے لیے

ہم سیخڑ استعمال کرتے ہیں۔ جیسا کہ شکل (4.1) میں دکھایا گیا ہے۔ سیخڑ فورس کے گھمانے کے اثر کو بڑھاتا ہے۔

بچھلے صفحہ پر تصویر دیکھیے۔ جو کر کیا کر رہا ہے؟ وہ سلنڈر نما پائپ پر رکھے تختے پر

اپنے آپ کو بیلنس کرنے کی کوشش کر رہا ہے۔ کیا آپ ایسا کر سکتے ہیں؟ ایک بچہ

بتدریج اپنے آپ کو بیلنس کر کے کھڑا ہونا سیکھتا ہے۔ گاؤں میں خواتین اور بچے پانی

کے برتن سروں پر رکھ کر چلتے ہیں۔ جیسا کہ شکل (4.2) میں دکھایا گیا ہے۔ تھوڑی سی

محنت سے ہم کسی چھڑی کو اپنی انگلی کے سرے پر عموداً بیلنس کرنا سیکھ سکتے ہیں۔ بیلنس

کی گئی اشیاء ایکوی لبریم یعنی توازن میں ہوتی ہیں۔ اس یونٹ میں ہم متعدد دلچسپ

تصورات کے بارے میں پڑھیں گے۔ مثلاً نارک، ایکوی لبریم وغیرہ اور ان کا

روزمرہ زندگی میں اطلاقی۔



### 4.1 لائک اور ان لائک پیرالل فورسز (Like and Unlike Parallel Forces)

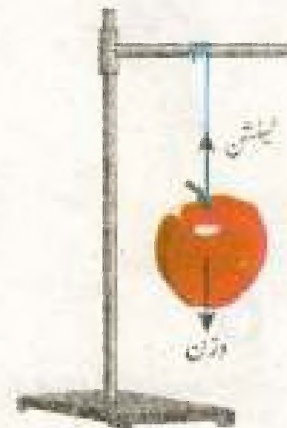
ہمارا اکثر ایسے اجسام سے واسطہ پڑتا ہے جن پر بہت سی فورسز عمل کر رہی ہوتی ہیں۔ اکثر کسی جسم پر عمل کرنے والی چند یا تمام فورسز ایک ہی سمت میں ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر بہت سے لوگ بس کو سارٹ کرنے کے لیے دھکیلتے ہیں۔ تمام لوگ اسے ایک ہی سمت میں کیوں دھکیلتے ہیں؟ ایک ہی سمت میں عمل کرنے والی فورسز ایک دوسرے کے پیرالل ہوتی ہیں۔ ایسی تمام فورسز جو ایک دوسرے کے پیرالل ہوں، پیرالل فورسز کہلاتی ہیں۔



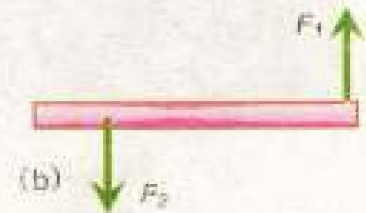
شکل (4.3) میں ایک بیگ دکھایا گیا ہے جس میں سیب موجود ہیں۔ بیگ کا وزن اس میں موجود سیبوں کے باعث ہے۔ چونکہ بیگ کے اندر موجود ہر سیب کا وزن وہ فورس آف گریویتی ہے جو اس پر عموداً نیچے کی جانب عمل کرتی ہے۔ یہ تمام فورسز ایک ہی سمت میں عمل کر رہی ہیں۔ ایسی فورسز کو لائک پیرالل فورسز کہتے ہیں۔

لائک پیرالل فورسز وہ فورسز ہیں جو ایک دوسرے کے پیرالل اور ایک ہی سمت میں عمل کرتی ہیں۔

شکل (4.4a) میں ایک سیب کو ڈوری سے لٹکایا گیا ہے۔ ڈوری سیب کے وزن کی وجہ سے ٹینشن میں ہے۔ اس پر عمل کرنے والی فورسز میں سیب کے نیچے کی جانب عموداً عمل کرنے والی فورس اس کا وزن ہے اور ڈوری کو اوپر کی طرف کھینچنے والی فورس ٹینشن ہے۔ یہ دونوں فورسز پیرالل لیکن ایک دوسرے کے مخالف سمت میں ہیں۔ ان فورسز کو ان لائک پیرالل فورسز کہتے ہیں۔ شکل (4.4b) میں فورسز  $F_1$  اور  $F_2$  ان لائک پیرالل فورسز ہیں کیونکہ یہ ایک دوسرے کے پیرالل مگر مخالف سمت میں عمل کر رہی ہیں۔ لیکن  $F_1$  اور  $F_2$  ایک ہی لائن میں عمل نہیں کر رہی ہیں اس لیے وہ جسم کو گھمانے کے قابل ہیں۔



(a)



(b)

شکل 4.4: ان لائک پیرالل فورسز

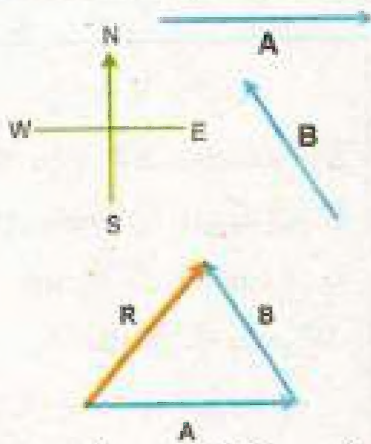
(a) ایک ہی لائن میں

(b) اگر ایک لائن میں نہ ہوں تو جسم کو گھمانے

توانا ہے۔

ان لائک پیرالل فورسز وہ فورسز ہیں جو ایک دوسرے کے پیرالل لیکن مخالف سمت میں عمل کرتی ہیں۔





شکل 4.5: ویکٹرز کی جمع کا ہیڈ ٹو ٹیل رول

## 4.2 ریزلٹنٹ آف فورسز (Resultant of Forces)

فورس ایک ویکٹر مقدار ہے۔ اس کی مقدار اور سمت دونوں ہوتی ہیں۔ اس لیے فورسز کو عام حسابی قوانین سے جمع نہیں کیا جاسکتا۔ فورسز کو جمع کرنے پر ایک سنگل فورس حاصل ہوتی ہے، جسے ریزلٹنٹ فورس کہتے ہیں۔ ریزلٹنٹ فورس ایک ایسی سنگل فورس ہے جو انہیں اثرات کی حامل ہوتی ہے جن کی جمع کی جانے والی تمام فورسز مشترکہ طور پر حامل ہوتی ہیں۔

فورسز کو جمع کرنے کا ایک طریقہ گراف کا طریقہ ہے۔ اس طریقہ میں فورسز کو ویکٹرز کے ہیڈ ٹو ٹیل رول سے جمع کیا جاتا ہے۔

### ہیڈ ٹو ٹیل رول (Head to Tail Rule)

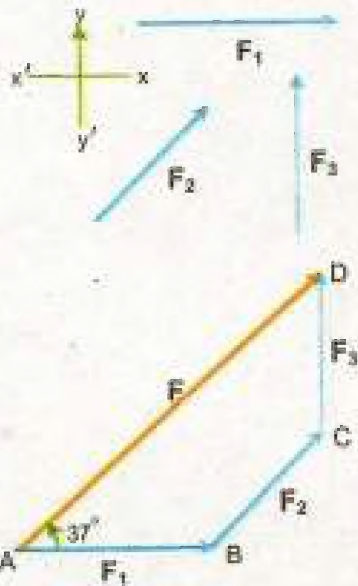
شکل (4.5) میں ویکٹرز کو جمع کرنے کا ایک گرافیکل طریقہ دکھایا گیا ہے۔ سب سے پہلے ایک مناسب سکال منتخب کریں۔ پھر تمام دیے گئے ویکٹرز کو اس سکال کے مطابق کھینچیں، جیسے کہ ویکٹرز A اور B۔

ان میں سے کسی ایک ویکٹر کو پہلا ویکٹر لیجیے۔ مثال کے طور پر ویکٹر A پہلا ویکٹر ہے۔ اب دوسرا ویکٹر B اس طرح کھینچیں کہ اس کی ٹیل پہلے ویکٹر A کے ہیڈ پر ہو۔ اس عمل کو جاری رکھیے۔ یہاں تک کہ تمام ویکٹرز ترتیب وار کھینچ لیے جائیں۔ اب ویکٹر R اس طرح کھینچیں کہ اس کی ٹیل پہلے ویکٹر کی ٹیل پر اور اس کا ہیڈ آخری ویکٹر کے ہیڈ پر ہو۔ شکل (4.5) میں پہلا ویکٹر A ہے اور آخری ویکٹر B۔

اب ویکٹر A کی ٹیل کو ویکٹر B کے ہیڈ سے ملانے والی لائن کھینچیں۔ یہ لائن ویکٹر R کو ظاہر کرے گی۔ یہاں پر ویکٹر R، ویکٹرز A اور B دونوں کی ریزلٹنٹ فورس کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ فورس ویکٹر A اور ویکٹر B کی ویکٹر جمع کو مکمل طور پر مقدار اور سمت دونوں میں ظاہر کرتی ہے۔

### مثال 4.1

دی گئی تین فورسز کا ریزلٹنٹ معلوم کیجیے۔ 12 نیوٹن فورس x- ایکسز کے ساتھ، 8 نیوٹن فورس x- ایکسز سے  $45^\circ$  کا زاویہ بناتے ہوئے۔ جبکہ 8 نیوٹن فورس y- ایکسز کی جانب۔



شکل 4.6: فورسز کو ہیڈ ٹو ٹیل رول سے جمع کرنا۔



$$F_1 = 12 \text{ N (x-ایکسر کے ساتھ)}$$

$$F_2 = 8 \text{ N (x-ایکسر کے ساتھ } 45^\circ \text{ کا زاویہ بناتے ہوئے)}$$

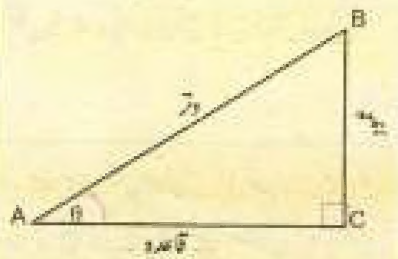
$$F_3 = 8 \text{ N (y-ایکسر کی جانب)}$$

$$\text{سکیل: } 1 \text{ cm} = 2 \text{ N}$$

یہاں

### چندریکومیٹر کی نسبتیں

کسی قائمہ الزاویہ مثلث کے کوئی سے دو اضلاع کے مابین نسبت کو خاص نام دیے گئے ہیں۔ مثلاً سائن (sine)، کوسائن (cosine) وغیرہ۔ فرض کریں مثلث CAB ایک قائمہ الزاویہ مثلث ہے جس کا پوائنٹ A پر بننے والا زاویہ  $\theta$  ہے۔



$$\sin \theta = \frac{\text{عمود}}{\text{وتر}} = \frac{BC}{AB}$$

$$\cos \theta = \frac{\text{قاعدہ}}{\text{وتر}} = \frac{AC}{AB}$$

$$\tan \theta = \frac{\text{عمود}}{\text{قاعدہ}} = \frac{BC}{AC}$$

(i) دی گئی فورسز کو ویکٹرز  $F_1$ ،  $F_2$  اور  $F_3$  سے منتخب سکیل کے مطابق ظاہر کیجیے۔

(ii)  $F_1$ ،  $F_2$  اور  $F_3$  فورسز کو ترتیب دیں۔ فورس  $F_2$  کی ٹیل فورس  $F_1$  کے ہیڈ، پوائنٹ B پر ہو جیسا کہ شکل (4.6) میں دکھایا گیا ہے۔ اسی طرح فورس  $F_3$  کی ٹیل فورس  $F_2$  کے ہیڈ، پوائنٹ C پر ہو۔

(iii) پوائنٹ A، فورس  $F_1$  کی ٹیل کو پوائنٹ D، فورس  $F_3$  کے ہیڈ سے ملائیں۔ فرض کیجیے AD فورس F کو ظاہر کرتا ہے۔ ہیڈ ٹو ٹیل رول کے مطابق فورس F ریزلٹ فورس کو ظاہر کرتی ہے۔

(iv) AD کی پیمائش کیجیے اور اسے سکیل کے مطابق  $2 \text{ N cm}^{-1}$  سے ضرب دے کر ریزلٹ فورس کی مقدار معلوم کریں۔

(v) پروٹریکٹر کی مدد سے زاویہ DAB کی پیمائش کریں جو F فورس x-ایکسر کے ساتھ بناتی ہے۔ یہ زاویہ ریزلٹ فورس کی سمت بتاتا ہے۔

### 4.3 ریزولوشن آف فورسز (Resolution of Forces)

ویکٹرز کو ان کے کمپوننٹس میں تحلیل کرنے کے عمل کو ویکٹرز کی تحلیل یا ریزولوشن کہتے ہیں۔ اگر کوئی ویکٹر دو ایک دوسرے پر عمودی کمپوننٹس سے لیا گیا ہو تو ایسے کمپوننٹس عمودی کمپوننٹس (perpendicular components) کہلاتے ہیں۔

کسی فورس کو اس کے عمودی کمپوننٹس میں تحلیل کرنا اس کی ریزولوشن کہلاتا ہے۔

فرض کیجیے x-ایکسر کے ساتھ زاویہ  $\theta$  بنانے والی لائن OA کسی فورس F کو ظاہر کرتی ہے۔ جیسا کہ شکل (4.7) میں دکھایا گیا ہے۔

پوائنٹ A سے x-ایکسر پر عمود پھینچیں۔ ہیڈ ٹو ٹیل رول کے مطابق OA ویکٹرز OB اور BA کا ریزلٹ ہے۔



شکل 4.7 ریزولوشن آف فورسز



پس  $OA = OB + BA \dots \dots \dots (4.1)$

کیونچٹ  $OB$  اور  $BA$  ایک دوسرے پر عمود ہیں۔ یہ  $OA$  کے عمودی  
کیونچٹس کہلاتے ہیں۔ چونکہ  $OA$  ویکٹر  $F$  کو ظاہر کرتا ہے، اس لیے  $OB$  اس کے  
x-کیونچٹ  $F_x$  کہہ سکتا ہے اور  $BA$  اس کے y-کیونچٹ  $F_y$  کو ظاہر کرتا  
ہے۔ اس لحاظ سے مساوات (4.1) کو اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$$F = F_x + F_y \dots \dots \dots (4.2)$$

x اور y-کیونچٹس کی مقداریں ٹریگنومیٹرک نسبتوں (trigonometric ratios)  
سے معلوم کی جاسکتی ہیں۔ قائمہ الزاویہ مثلث  $OBA$  میں

$$\frac{F_x}{F} = \frac{OB}{OA} = \cos \theta$$

$$\therefore F_x = F \cos \theta \dots \dots \dots (4.3)$$

اسی طرح  $\frac{F_y}{F} = \frac{BA}{OA} = \sin \theta$

$$\therefore F_y = F \sin \theta \dots \dots \dots (4.4)$$

مساوات (4.3) اور (4.4) سے عمودی کیونچٹس بالترتیب  $F_x$  اور  $F_y$  معلوم

کیے جاسکتے ہیں۔

مثال 4.2

ایک شخص 200 N کی فورس سے جو افقی سڑک کے ساتھ  $30^\circ$  کا زاویہ بناتی  
ہے ایک لڑائی کو کھینچ رہا ہے۔ اس فورس کے افقی اور عمودی کیونچٹس معلوم کیجیے۔

حل

$$F = 200 \text{ N}$$

$$\theta = 30^\circ \text{ (x-محور کے ساتھ)}$$

$$F_x = ?$$

$$F_y = ?$$

$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_x = 200 \times \cos 30^\circ \\ = 200 \times 0.866 = 173.2 \text{ N}$$

$$F_y = F \sin \theta$$

$$F_y = 200 \times \sin 30^\circ \\ = 200 \times 0.5 = 100 \text{ N}$$

چونکہ

اسی طرح

$\theta$ نسبت	$0^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$
$\sin \theta$	0	0.5	0.707	0.866	1
$\cos \theta$	1	0.866	0.707	0.5	0
$\tan \theta$	0	0.577	1	1.732	$\infty$

منہ مشق

کسی قائمہ الزاویہ مثلث کے قاعدہ کی لمبائی  
4 cm اور عمود کی لمبائی 3 cm ہے۔ معلوم

کیجیے۔

(i) وتر کی لمبائی

(ii)  $\sin \theta$

(iii)  $\cos \theta$

(iv)  $\tan \theta$



پس کھینچنے والی فورس کے افقی اور عمودی کمپوننٹس بالترتیب 173.2N اور 100N ہیں۔

### عمودی کمپوننٹس کی مدد سے فورس معلوم کرنا

#### (Determination of a Force from its Perpendicular Components)

چونکہ فورس کو دو عمودی کمپوننٹس میں تحلیل کیا جاسکتا ہے۔ اس کا الٹ عمودی کمپوننٹس سے فورس معلوم کرنا ہے۔

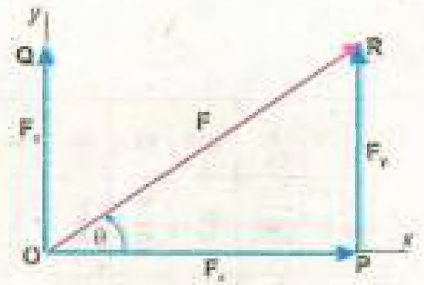
فرض کیجیے  $F_x$  اور  $F_y$  فورس  $F$  کے عمودی کمپوننٹس ہیں۔ انہیں شکل (4.8) میں بالترتیب OP اور PR لائنوں سے دکھایا گیا ہے۔ ہیڈ ٹوٹیل رول کے مطابق:

$$OR = OP + PR$$

پس OR فورس  $F$  کو مکمل طور پر ظاہر کرے گا جس کے  $x$  اور  $y$ -کمپوننٹس بالترتیب  $F_x$  اور  $F_y$  ہیں۔ پس

$$F = F_x + F_y$$

فورس  $F$  کی مقدار اور سمت قائمہ الزاویہ مثلث POR سے معلوم کی جاسکتی ہیں۔



شکل 4.8: عمودی کمپوننٹس کی مدد سے فورس معلوم کرنا۔

$$(OR)^2 = (OP)^2 + (PR)^2$$

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad \dots \dots \dots (4.5)$$

$x$ -ایکسز کے ساتھ فورس  $F$  کی سمت ہوگی:

$$\tan \theta = \frac{PR}{OP} = \frac{F_y}{F_x}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{F_y}{F_x} \quad \dots \dots \dots (4.6)$$

### 4.4 تارک یا مومنٹ آف فورس

#### (Torque or Moment of a Force)

ہم دروازے کو دھکیلتے یا کھینچنے سے کھولتے یا بند کرتے ہیں۔ ایسا ہم دروازے کو اس کے قبضے یا ایکسز آف رومیشن کے گرد گھمانے کے لیے کرتے ہیں۔ دروازہ اس پر عمل کرنے والی فورس کے گردشی اثر کے باعث کھولا یا بند کیا جاتا ہے۔



شکل 4.9: ونڈل کو کھینچنے یا دھکیلتے سے دروازے کو کھولنا یا بند کرنا آسان ہے۔



### رجڈ باڈی (Rigid Body)

کوئی بھی جسم بے شمار چھوٹے چھوٹے پارٹیکلز پر مشتمل ہوتا ہے۔ اگر اس جسم پر کسی فورس کے عمل کرنے سے اس کے پارٹیکلز کے مابین فاصلوں میں تبدیلی نہ آئے تو یہ ایک رجڈ باڈی کہلاتی ہے۔

دوسرے الفاظ میں ایک رجڈ باڈی ایک ایسا جسم ہے جو فورس یا فورسز کے زیر اثر اپنی شکل تبدیل نہیں کرتا۔

### ایکسز آف روٹیشن (Axis of Rotation)

فرض کیجیے ایک رجڈ باڈی کسی خط مستقیم کے گرد گھوم رہی ہے۔ اس رجڈ باڈی کے پارٹیکلز ایسے دائروں میں گھومتے ہیں جن کے مراکز اس خط مستقیم پر واقع ہوتے ہیں۔ اس خط مستقیم کو اس جسم کا ایکسز آف روٹیشن کہتے ہیں۔

گردشی اثر پیدا کرنے والی فورسز بہت عام ہیں۔ پینل تراش میں پینل گھمانا، پانی کی ٹونٹی کے سٹاپ کا ک کو گھمانا، وغیرہ چند ایک مثالیں ہیں جن میں فورس گردشی اثر پیدا کرتی ہے۔



### کوئیک کویز (Quick Quiz)

چند مزید اجسام کے نام بتائیے جو فورس کے گردشی اثر کے باعث درک کرتے ہیں۔

کسی فورس کے گردشی اثر کو نارک یا مومنٹ آف فورس کہتے ہیں۔

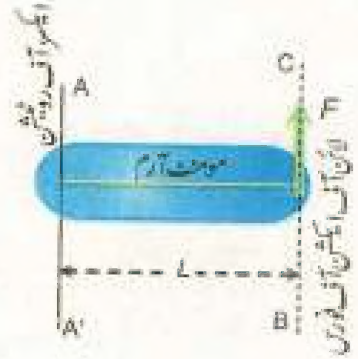
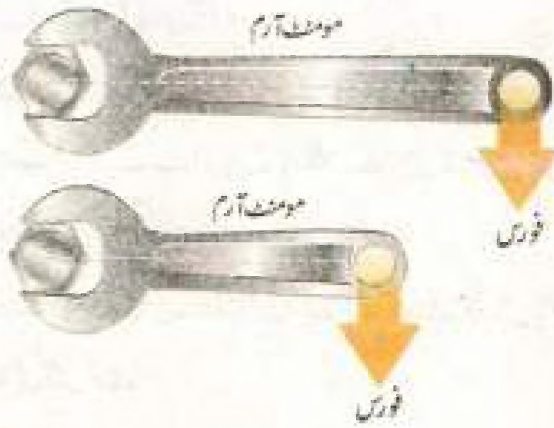


شکل 4.10 فورسز کا گردشی اثر

دروازے کا ہینڈل اس کے بیرونی کنارے پر کیوں لگایا جاتا ہے؟ ہم دروازے کے قبضے کی بجائے اس کے بیرونی کنارے پر فورس لگا کر دروازے کو آسانی سے کھول یا بند کر سکتے ہیں۔ پس کسی جسم کو گھمانے کے لیے فورس لگانے کا مقام بہت اہم ہوتا ہے۔

آئیے ہم مطالعہ کریں کہ نارک یا مومنٹ آف فورس کا انحصار کن چیزوں پر ہے۔ ایک میکینک نٹ کو کھولنے یا کسنے کے لیے سہیئر استعمال کرتا ہے شکل (4.11)۔ لمبے ہینڈل کے سہیئر سے نٹ کو کھولنا یا کسنا چھوٹے ہینڈل کے سہیئر کی بہ نسبت زیادہ آسان ہے۔ اس کی وجہ دونوں صورتوں میں گردشی اثرات کا مختلف ہونا





شکل 4.11: ایک لمبے بازوں کے سبھ سے نٹ کو کھولنا آسان ہے جھولے بازوں والے سپیر کی بہ نسبت۔  
ہے۔ ایک ہی جیسی فورس سے لمبے ہینڈل والا سپینر جھولے ہینڈل والے سپینر کی بہ نسبت زیادہ مارک پیدا کرتا ہے۔

شکل 4.12: مومنٹ آف فورس پر اثر انداز ہونے والے عوامل۔

### لائن آف ایکشن آف فورس (Line of Action of a Force)

وہ خط (لائن) جس کی سمت میں کوئی فورس عمل کرتی ہے، فورس کی لائن آف ایکشن کہلاتی ہے۔ شکل (4.12) میں لائن BC فورس  $F$  کی لائن آف ایکشن ہے۔

### مومنٹ آرم (Moment Arm)

ایکسز آف روٹیشن سے فورس کی لائن آف ایکشن تک کا عمودی فاصلہ فورس کا مومنٹ آرم کہلاتا ہے۔ اسے شکل (4.12) میں  $L$  سے ظاہر کیا گیا ہے۔

کسی فورس کے مارک یا مومنٹ آف فورس کا انحصار فورس  $F$  اور مومنٹ آرم  $L$  پر ہوتا ہے۔ فورس جتنی زیادہ ہوگی اتنا ہی مومنٹ آف فورس زیادہ ہوگا۔ اسی طرح سے مومنٹ آرم جتنا لمبا ہوگا اتنا ہی فورس کا مومنٹ زیادہ ہوگا۔ پس مومنٹ آف فورس یا مارک  $\tau$  فورس  $F$  اور مومنٹ آرم  $L$  کے حاصل ضرب سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔

150 نیوٹن کی فورس 10 سینٹی میٹر لمبے سپیر کے سرے پر لگائے جانے سے نٹ کو ڈھیلا کر دیتی ہے۔

1. اسی نٹ کو 60 نیوٹن کی فورس سے کھولنے کے لیے سپیر کی لمبائی کتنی ہونی چاہیے؟

2. 6 سینٹی میٹر لمبے سپیر سے اسی نٹ کو کھولنے کے لیے کتنی فورس درکار ہوگی؟

$$\tau = F \times L \quad \dots \dots \dots (4.7)$$

مارک کا SI یونٹ نیوٹن میٹر (Nm) ہے۔ ایک نیوٹن فورس ایک نیوٹن میٹر مارک اس وقت پیدا کرتی ہے جب مومنٹ آرم کی لمبائی ایک میٹر ہو۔



## مثال 4.3



(a)



(b)

ایک میکانک 200 N کی فورس لگا کر 15 cm لمبے سپینر کی مدد سے بائیکل کا نٹ کستا ہے۔ نٹ کو کسے والا ٹارک معلوم کیجیے۔

$$F = 200 \text{ N}$$

$$L = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$$

$$\tau = F \times L \quad \text{ٹارک کی مساوات کی مدد سے}$$

$$= 200 \text{ N} \times 0.15 \text{ m}$$

$$= 30 \text{ Nm}$$

پس نٹ کو کسے کے لیے 30 Nm کا ٹارک درکار ہو گا۔

شکل 4.13 (a) کسے کے لیے نٹ کو کلاک دائرہ سمت میں گھمایا جاتا ہے۔

(b) کھولنے یا ڈھیلا کرنے کے لیے نٹ کو اینٹی کلاک دائرہ سمت میں گھمایا جاتا ہے۔

## 4.5 مومنٹس کا اصول (Principle of Moments)

وہ فورس جو سپینر کو کلاک دائرہ سمت میں گھماتی ہے عموماً نٹ کو کسے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ اس طرح سے پیدا کیا جانے والا مومنٹ آف فورس یا ٹارک کلاک دائرہ مومنٹ (clockwise moment) کہلاتا ہے (شکل 4.13a)۔ دوسری صورت میں نٹ کو ڈھیلا کرنے کے لیے فورس اس طرح لگائی جاتی ہے جو نٹ کو اینٹی کلاک دائرہ سمت میں گھماتی ہے (شکل 4.13b)۔ اس طرح پیدا ہونے والا مومنٹ آف فورس یا ٹارک اینٹی کلاک دائرہ مومنٹ (anticlockwise moment) کہلاتا ہے۔



شکل 4.14: بچے سی سا پر بچے

## تکلیف (Quick Quiz)

1. کیا ایک ننھا بچہ ایک موٹے بچے کے ساتھ سی سا بھول سکتا ہے؟ وضاحت کریں۔
2. دو بچے سی سا میں ایسے بیٹھے ہیں کہ سی سا متعلق ہے۔ ایسی صورت میں ریزلٹنٹ ٹارک کتنا ہے؟

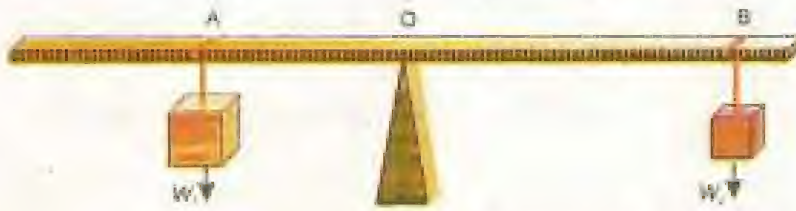
اگر کسی ساکن جسم پر عمل کرنے والے تمام کلاک دائرہ مومنٹس کا ریزلٹنٹ تمام اینٹی کلاک دائرہ مومنٹس کے ریزلٹنٹ کے برابر ہو تو وہ جسم نہیں گھومتا۔ یہ مومنٹس کا اصول کہلاتا ہے۔ اس اصول کے مطابق:



ایک جسم ایکوی لبریم میں ہوتا ہے اگر اس پر عمل کرنے والے تمام کلاک وائرز مومینٹس کا ریزلٹ تمام اپنی کلاک وائرز مومینٹس کے ریزلٹ کے مساوی ہو۔

#### مثال 4.4

ایک میٹر راڈ اور میانی پوائنٹ O پر ایکوی لبریم میں ہے۔ جیسا کہ شکل (4.15) میں دکھایا گیا ہے۔ 10 N کا ایک بلاک پوائنٹ O سے 40 cm کے فاصلے پر پوائنٹ B سے لٹکایا گیا ہے۔ اس بلاک کا وزن معلوم کیجیے جو پوائنٹ O سے 25 cm کے فاصلے پر پوائنٹ A پر لٹکانے سے اسے متوازن کرتا ہے۔



شکل 4.15: فاصلے پر متوازن حالت میں پڑا ہوا میٹر راڈ۔

حل

$$W_1 = ? \text{ پوائنٹ A پر لٹکانے والے بلاک کا وزن}$$

$$W_2 = 10 \text{ N} \text{ پوائنٹ B پر لٹکانے والے بلاک کا وزن}$$

$$W_1 \text{ کا مومینٹ آرم} = OA = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}$$

$$W_2 \text{ کا مومینٹ آرم} = OB = 40 \text{ cm} = 0.40 \text{ m}$$

مومینٹس کے اصول کے مطابق:

$$\text{ایک کلاک وائرز مومینٹس} = \text{اپنی کلاک وائرز مومینٹس}$$

$$W_1 \text{ کا اپنی کلاک وائرز مومینٹ} = W_2 \text{ کا کلاک وائرز مومینٹ}$$

$$W_1 \times W_1 \text{ کا مومینٹ آرم} = W_2 \times W_2 \text{ کا مومینٹ آرم}$$

$$\text{یعنی } W_1 \times OA = W_2 \times OB$$

$$\text{اور } W_1 \times 0.25 \text{ m} = 10 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}$$

$$\text{اس طرح } W_1 = \frac{10 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}}{0.25 \text{ m}}$$

$$= 16 \text{ N}$$

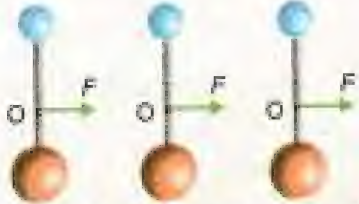
پس پوائنٹ A پر لٹکانے والے بلاک کا وزن 16 N ہے۔



### 4.6 سنٹر آف ماس (Centre of Mass)



شکل 4.16: دو غیر مساوی ماسز کا سنٹر آف ماس



شکل 4.17: سنٹر آف ماس پر لگائی گئی فورس بغیر گھمانے سسٹم کو حرکت میں لاتی ہے۔



شکل 4.18: لگائی گئی فورس سسٹم میں سنٹر آف ماس سے باہر ہونے کی صورت میں سسٹم کو گھماتے ہوئے حرکت میں لاتی ہے۔



شکل 4.19: لگائی گئی فورس سسٹم کے سنٹر آف ماس سے باہر ہونے کی صورت میں سسٹم کو گھماتے ہوئے حرکت میں لاتی ہے۔

#### سنٹر آف گریوٹی



شکل 4.20: کسی جسم کا سنٹر آف گریوٹی ایک ایسا پوائنٹ ہوتا ہے جہاں اس کا تمام وزن عموداً نیچے کی جانب عمل کرتا ہوا محسوس ہوتا ہے۔

یہ بات مشاہدہ میں آئی ہے کہ کسی بھی سسٹم کا سنٹر آف ماس اس طرح حرکت کرتا ہے جیسے کہ اس کا تمام ماس اس سنٹکل پوائنٹ میں سما گیا ہو۔ کسی جسم کے اس مقام پر عمل کرنے والی فورس اس میں ٹارک پیدا کرنے سے قاصر ہوتی ہے۔ یعنی جسم بغیر گردش کیے ریڈیٹنٹ فورس کی سمت میں حرکت کرتا ہے۔

فرض کیجیے ایک سسٹم کسی ہلکے ریڈیٹنٹ سے منسلک دو اجسام A اور B پر مشتمل ہے جیسا کہ شکل (4.16) میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کیجیے A اور B اجسام کے مابین ایک ایسا پوائنٹ ہے جہاں لگائی جانے والی کسی بھی فورس F کے زیر اثر جسم گھوڑے بغیر حرکت کرتا ہے۔ ایسی صورت میں پوائنٹ O سسٹم کا سنٹر آف ماس ہے (شکل 4.17)۔

کیا یہ سسٹم کسی اور جگہ فورس لگانے پر بھی بغیر گھوڑے حرکت کرتا ہے؟

(i) آئیے ہلکے جسم کے قریب جیسا کہ شکل (4.18) میں دکھایا گیا ہے، فورس لگاتے ہیں۔ سسٹم گھومتے ہوئے حرکت کرتا ہے۔

(ii) آئیے بھاری جسم کے قریب جیسا کہ شکل (4.19) میں دکھایا گیا ہے، فورس لگاتے ہیں۔ اس صورت میں بھی سسٹم گھومتے ہوئے حرکت کرتا ہے۔

کسی جسم کا سنٹر آف ماس ایک ایسا پوائنٹ ہوتا ہے جہاں پر لگائی گئی فورس سسٹم کو بغیر گھمانے حرکت دیتی ہے۔

### سنٹر آف گریوٹی (Centre of Gravity)

ایک جسم بے شمار پارٹیکلز سے مل کر بنتا ہے جیسا کہ شکل (4.20) میں دکھایا گیا ہے۔ زمین ان تمام پارٹیکلز کو عموداً نیچے اپنے مرکز کی جانب کھینچتی ہے۔ کسی بھی پارٹیکل پر عمل کرنے والی زمین کی کھینچنے کی فورس اس کے وزن کے مساوی ہوتی ہے۔ کسی جسم کے پارٹیکلز پر عمل کرنے والی یہ فورسز چیرا مل ہوتی ہیں۔ ان تمام فورسز کا ریڈیٹنٹ ایک ایسی سنٹکل فورس ہوتی ہے جو اس جسم کے وزن کے مساوی ہوتی ہے۔ وہ پوائنٹ جہاں پر یہ ریڈیٹنٹ فورس عموداً نیچے زمین کے مرکز کی جانب عمل کرتی ہے اس جسم کا سنٹر آف گریوٹی G کہلاتا ہے۔

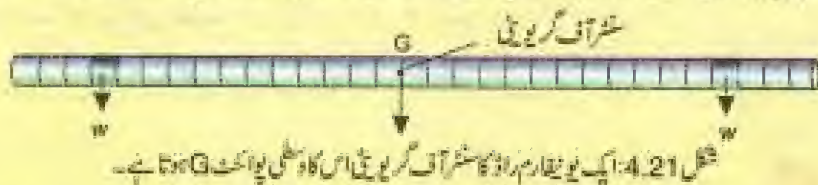


کسی جسم کا سنٹر آف گریوٹیٹی وہ پوائنٹ ہے جہاں اس کا تمام وزن عموداً نیچے کی جانب عمل کرتا ہوا محسوس ہوتا ہے۔

ایکوی لبریم کے مشقی سوالات حل کرنے کے لیے کسی جسم کے سنٹر آف گریوٹیٹی کے مقام کا جاننا ضروری ہوتا ہے۔

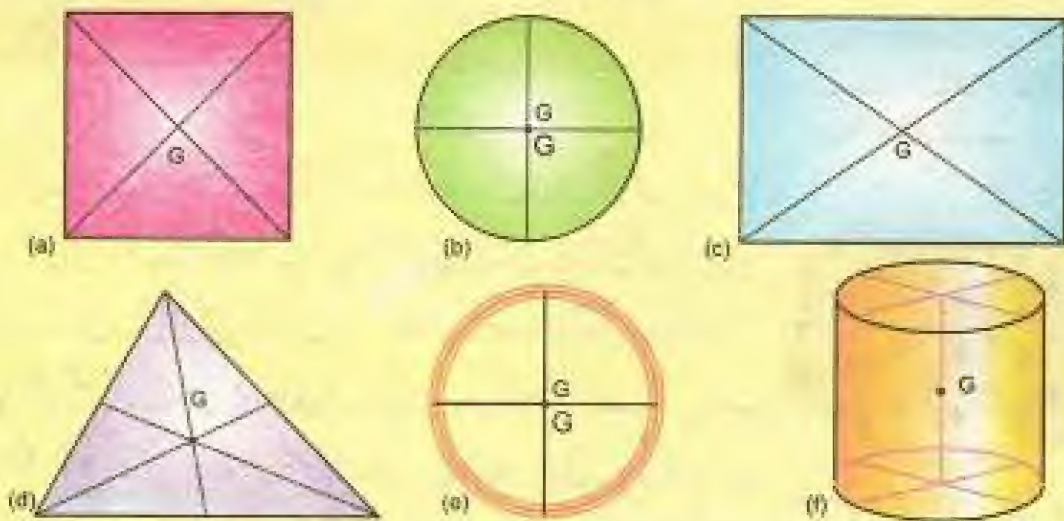
### چند باقاعدہ شکل کے اجسام کا سنٹر آف گریوٹیٹی

باقاعدہ اشکال کے اجسام کے سنٹر آف گریوٹیٹی ان کی جیومیٹری سے معلوم کیے جاسکتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایک یونیفارم راز کا سنٹر آف گریوٹیٹی وہ مقام ہے جہاں یہ ایکوی لبریم میں ہوتا ہے۔ یہ پوائنٹ اس کا وسطی پوائنٹ  $G$  ہے۔ جیسا کہ شکل (4.21) میں دکھایا گیا ہے۔



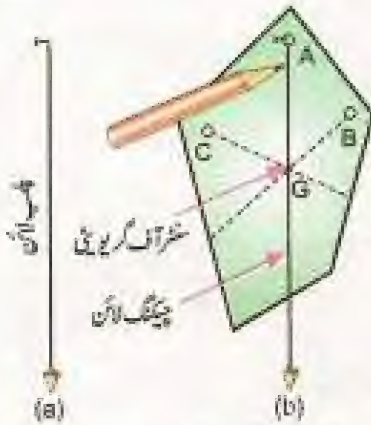
کسی یونیفارم مربع یا مستطیل شیٹ کا سنٹر آف گریوٹیٹی ان کے وتروں (diagonals) کو کاٹنے والا پوائنٹ  $G$  ہے۔ جیسا کہ شکل (4.22a, c) میں دکھایا گیا ہے۔ ایک گول پلیٹ کا سنٹر آف گریوٹیٹی اس کا مرکز ہے۔ جیسا کہ شکل (4.22b) میں دکھایا گیا ہے۔ اسی طرح ایک ٹھوس یا کھوکھلے گولے کا سنٹر آف گریوٹیٹی اس کا مرکز ہوتا ہے۔ جیسا کہ شکل (4.22b) میں دکھایا گیا ہے۔

ایک مثلث شیٹ کا سنٹر آف گریوٹیٹی اس کے میڈینز (وسطیوں) کا وہ پوائنٹ ہے جہاں وہ ایک دوسرے کو کاٹتے ہیں جیسا کہ شکل (4.22d) میں دکھایا گیا ہے۔ کسی یونیفارم گول چھلے (ring) کا سنٹر آف گریوٹیٹی اس کا مرکز ہوتا ہے جیسا کہ شکل (4.22e) میں دکھایا گیا ہے۔ کسی یونیفارم ٹھوس یا کھوکھلے سلنڈر کا سنٹر آف گریوٹیٹی اس کے آکسز کا درمیانی پوائنٹ ہوتا ہے جیسا کہ شکل (4.22f) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 4.22: چند باقاعدہ اجسام کا سنٹر آف گریوٹیٹی





شکل 4.23 (a) پلمب لائن (b) پلمب لائن سے کارڈ بورڈ کے ٹکڑے کا سنٹر آف گریوٹی معلوم کرنا۔

ایک بے قاعدہ شکل کے پتلے پر ت کا سنٹر آف گریوٹی (Centre of Gravity of an Irregular Shaped Thin Lamina)

کسی جسم کے سنٹر آف گریوٹی کو معلوم کرنے کا ایک آسان طریقہ پلمب لائن (plumbline) کی مدد سے ممکن ہے۔ پلمب لائن ایک جھولے سے دھاتی گولے (پتیل) پر مشتمل ہوتا ہے جسے ایک ڈوری سے لٹکایا جاتا ہے۔ جب پلمب لائن کو آزادانہ لٹکایا جاتا ہے تو یہ اپنے وزن کے باعث جو کہ عموداً نیچے کی جانب عمل کرتا ہے عمودی سمت میں ٹھہر جاتا ہے۔ جیسا کہ شکل (4.23a) میں دکھایا گیا ہے۔ اس صورت میں گولے کا سنٹر آف گریوٹی لٹکائے جانے والے پوائنٹ کے بالکل نیچے ہوگا۔

تجربہ (Experiment)



شکل 4.24: کیل کی مدد سے سٹیرنگ وھیل کو گھمانا آسان ہے۔

ایک بے قاعدہ شکل کے کارڈ بورڈ کا ٹکڑا لیں۔ اس کے کناروں کے قریب پوائنٹ A, B اور C پر سوراخ کریں۔ دیوار میں ایک کیل گاڑیے۔ کارڈ بورڈ کو کسی ایک سوراخ A سے کیل پر اس طرح لٹکائیے کہ کارڈ بورڈ A کے گرد آزادانہ گھوم سکے۔ ساکن حالت میں کارڈ بورڈ کا سنٹر آف گریوٹی کیل کے عموداً بالکل نیچے ہوگا۔ پلمب لائن کی مدد سے کیل سے عموداً نیچے لائن کھینچیں۔ اب کارڈ بورڈ کو B پر لٹکا کر اوپر والا عمل دہرائیے۔ پوائنٹ B سے کھینچی جانے والی لائن پہلی لائن کو پوائنٹ G پر قطع کرے گی۔ اسی طرح سے پوائنٹ C پر کیے گئے سوراخ سے بھی کارڈ بورڈ کو لٹکا کر عمودی لائن کھینچیں۔ یہ لائن بھی پوائنٹ G سے گزرے گی۔ یعنی پوائنٹ G ان تمام سوراخوں A, B اور C سے کھینچی جانے والی عمودی لائنوں پر مشترک ہے۔ پس یہ مشترک پوائنٹ G، کارڈ بورڈ کا سنٹر آف گریوٹی ہے۔

4.7 کپل (Couple)



شکل 4.25: ذیل آرم سچور

جب ڈرائیور گاڑی موڑتا ہے تو وہ سٹیرنگ وھیل پر دونوں ہاتھوں سے فورسز لگاتا ہے جو ٹارک پیدا کرتی ہیں۔ یہ ٹارک سٹیرنگ وھیل کو گھماتا ہے۔ یہ فورسز جو سٹیرنگ وھیل پر مخالف سمت میں عمل کرتی ہیں مقدار میں مساوی لیکن سمت میں مخالف ہوتی ہیں (شکل 4.24)۔ یہ دونوں فورسز کپل پیدا کرتی ہیں۔



دو ایسی آن لائنک جبرائل فورسز جو مقدار میں مساوی لیکن ایک لائن میں نہ ہوں کپل پیدا کرتی ہیں۔

ایک ڈبل آرم سپینرٹ کو کھولنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ دو مساوی فورسز جن میں ہر ایک کی مقدار  $F$  ہے سپینر کے  $A$  اور  $B$  سروں پر مخالف سمت میں عمل کر رہی ہیں۔ جیسا کہ شکل (4.25) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ فورسز کپل پیدا کرتی ہیں جو سپینر کو پوائنٹ  $O$  کے گرد گھماتی ہیں۔ کپل کی دونوں فورسز سے پیدا ہونے والے ٹارکس ایک ہی سمت میں ہیں۔ پس کپل سے پیدا ہونے والا کل ٹارک ہوگا:

$$\begin{aligned} \text{کپل کا کل ٹارک} &= F \times OA + F \times OB \\ &= F(OA + OB) \end{aligned}$$

$$\text{کپل کا کل ٹارک} = F \times AB \quad \dots \dots \dots (4.8)$$

مساوات (4.8) سے کسی کپل کی فورسز  $F$  اور  $F$  سے پیدا ہونے والا ٹارک معلوم کیا جاسکتا ہے جن کا درمیانی فاصلہ  $AB$  ہو۔ کسی کپل کا ٹارک کپل کی دونوں فورسز میں سے کسی ایک فورس اور ان کے درمیان عمودی فاصلہ کے حاصل ضرب سے حاصل ہوتا ہے۔

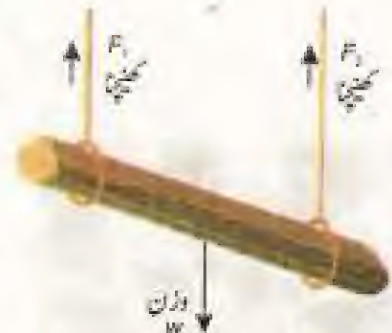
#### 4.8 ایکوی لبریم (Equilibrium)

نیوٹن کے پہلے قانون کے مطابق کوئی بھی جسم اپنی ریست کی حالت یا خط مستقیم (straight line) میں یونیفارم موشن جاری رکھتا ہے۔ جب تک اس پر کوئی ریزلٹ فورس عمل نہ کرے۔ مثال کے طور پر میز پر پڑی ہوئی کتاب یا دیوار پر لٹکا ہوا فریم ریست میں ہیں۔ کتاب کا نیچے کی جانب عمل کرنے والا وزن میز کے اوپر کی جانب کتاب پر کیے جانے والے رد عمل کے برابر ہوتا ہے۔ شکل (4.26) میں رسیوں سے لٹکائی گئی لکڑی کی گیلی (log) کا وزن  $w$  ہے۔ یہاں وزن  $w$  گیلی کو اوپر کھینچنے والی فورسز  $F_1$  اور  $F_2$  سے بیلنس ہو رہا ہے۔ ایسے اجسام پر جو ریست میں ہوتے ہیں یا یونیفارم ولاٹی سے حرکت کر رہے ہوتے ہیں ان پر عمل کرنے والی ریزلٹ فورس صفر ہوتی ہے۔ ایک ہموار سڑک پر یونیفارم ولاٹی سے چلتی ہوئی کار

کیا آپ جانتے ہیں؟



ایک سائیکلسٹ ہائیسل کے پیڈلز کو دھکیلتا ہے۔ اس طرح پیڈلز پر ایک کپل عمل کرتا ہے جو دھالے دار ویل کو گھماتا ہے۔ یہ ایک چین سے فسلک ہائیسل کے پچھلے پہلے کو گھماتا ہے۔



شکل 2.26: گیلی پر عمل ہوا اوپر کی سمت والی فورسز  $F_1$  اور  $F_2$  اور نیچے کی جانب وزن  $w$  ایکوی لبریم میں ہیں۔





شکل 4.27: دیوار پر لٹکا ہوا قدیم ایکوی لبریم میں ہے۔

اور ہوا میں یونیفارم ولاسٹی سے اڑتا ہوا ہوائی جہاز ایکوی لبریم کی مثالیں ہیں۔

ایک جسم ایکوی لبریم کی حالت میں ہوتا ہے اگر اس پر کوئی نیٹ فورس عمل نہ کرے۔

پس کوئی بھی جسم ایکوی لبریم میں ہوتا ہے اگر وہ ریست میں ہو یا یونیفارم ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہو۔

### ایکوی لبریم کی شرائط (Conditions for Equilibrium)

اوپر دی گئی مثالوں میں ہم دیکھتے ہیں کہ ریست میں پڑا ہوا یا یونیفارم ولاسٹی سے حرکت کرتا ہوا جسم ایکوی لبریم میں ہوتا ہے، اگر اس پر عمل کرنے والی ریزلٹنٹ فورس صفر ہو۔ کسی جسم کو ایکوی لبریم میں ہونے کے لیے کچھ شرائط پوری کرنا ہوتی ہیں۔ کسی جسم کے ایکوی لبریم میں ہونے کی دو شرائط ہیں۔

### ایکوی لبریم کی پہلی شرط (First Condition for Equilibrium)

ہر وہ جسم ایکوی لبریم کی پہلی شرط پر پورا اترتا ہے اگر اس پر عمل کرنے والی تمام فورسز کا ریزلٹنٹ صفر ہو۔ فرض کریں کسی جسم پر  $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$  فورسز عمل کر رہی ہیں۔ اس طرح

$$F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = 0$$

$$\text{اور} \quad \sum F = 0 \quad \dots \dots \dots (4.9)$$

علامت  $\Sigma$  یونانی حرف ہے، اسے سکما (sigma) کہتے ہیں اور یہ مجموعہ کو ظاہر کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ مساوات (4.9) ایکوی لبریم کی پہلی شرط کہلاتی ہیں۔ ایکوی لبریم کی پہلی شرط کو جسم پر عمل کرنے والی فورسز کے  $x$  اور  $y$ -کمپوننٹس میں اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے۔

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots + F_{nx} = 0$$

$$\text{اور} \quad F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots + F_{ny} = 0$$

$$\frac{1}{2} \quad \sum F_x = 0 \quad \dots \dots \dots (4.10)$$

$$\text{اور} \quad \sum F_y = 0 \quad \dots \dots \dots (4.11)$$



شکل 4.28: ایک چھانہ بردار یونیفارم ولاسٹی سے چلتا ہے۔ اس لیے وہ ایکوی لبریم میں ہے۔



میز پر پڑی ہوئی کتاب اور دیوار پر لٹکا ہوا فریم ریٹ میں ہیں۔ اس لیے ایکوی لبریم کی پہلی شرط پوری کر رہے ہیں۔ ایک چھاتہ بردار (paratrooper) بھی ایکوی لبریم کی پہلی شرط پوری کرتا ہے چونکہ وہ یونیفارم ولاسٹی سے نیچے آتا ہے۔ اس لیے وہ ایکوی لبریم میں ہے۔

## مثال 4.5

ایک بلاک جس کا وزن  $10\text{ N}$  ہے ایک ڈوری کے ساتھ لٹک رہا ہے۔ جیسا کہ شکل (4.29) میں دکھایا گیا ہے۔ ڈوری میں موجود ٹینشن معلوم کیجیے۔

حل

$$w = 10\text{ N} \text{ بلاک کا وزن}$$

$$T = ? \text{ ڈوری میں ٹینشن}$$

چونکہ بلاک ریٹ میں ہے اس لیے ایکوی لبریم کی پہلی شرط کے مطابق

$$\Sigma F_x = 0$$

x- ایکسز کی سمت میں کوئی فورس عمل نہیں کرتی جبکہ y- ایکسز کی سمت میں

عمل کرنے والی فورسز  $T$  اور  $w$  ہیں۔ پس

$$\Sigma F_y = 0$$

$$T - w = 0$$

$$T = w$$

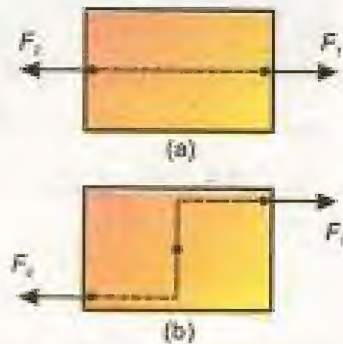
$$T = 10\text{ N}$$

پس دوڑی میں ٹینشن کی مقدار  $10\text{ N}$  ہے۔

## ایکوی لبریم کی دوسری شرط

(Second Condition for Equilibrium)

ایکوی لبریم کی پہلی شرط کسی جسم کا ایکوی لبریم میں ہونا یقینی نہیں بناتی۔ جیسا کہ نیچے دی گئی مثال سے واضح ہوتا ہے۔ فرض کیجیے کسی جسم کو دو فورسز  $F_1$  اور  $F_2$  کھینچ رہی ہیں۔ جیسا کہ شکل (4.30a) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ دونوں فورسز مساوی لیکن ایک دوسرے کی مخالف سمت میں ہیں۔ دونوں ایک ہی لائن میں عمل کر رہی ہیں اس



شکل 4.30 (a) دو مساوی اور مخالف فورسز جو ایک ہی لائن میں ہیں (b) دو مساوی لیکن مخالف فورسز جو ایک لائن میں نہیں ہیں۔





فصل 4.31: دیوار کی جانب جھکی ہوئی میزجی

لیے ان کا ریزلٹنٹ صفر ہے۔ پہلی شرط کے مطابق جسم ایکوی لبریم میں ہے۔ اب فورسز کی جگہ تبدیل کر دیجیے۔ جیسا کہ شکل (4.30b) میں دکھایا گیا ہے۔ اس صورت میں جسم ایکوی لبریم میں نہیں ہے اگرچہ ایکوی لبریم کی پہلی شرط اب بھی پوری ہو رہی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ اس صورت میں جسم گھومنے پر مائل ہے۔ یہ صورتحال ایکوی لبریم کی پہلی شرط کے ساتھ کسی اور شرط کا تقاضا کرتی ہے۔ یہ ایکوی لبریم کی دوسری شرط کہلاتی ہے۔ اس کے مطابق کوئی بھی جسم ایکوی لبریم کی دوسری شرط پوری کرتا ہے اگر اس پر عمل کرنے والا ریزلٹنٹ ٹارک صفر ہو۔ یعنی

$$\sum \tau = 0 \dots \dots \dots (4.12)$$



فصل 4.32: یو نیفارم پنڈے سے گھومتا ہوا چکھٹا  
ایکوی لبریم میں ہے۔ کیونکہ اس پر عمل کرنے  
والا نیٹ ٹارک صفر ہے۔

### کوئیک کویز (Quick Quiz)

1. شکل (4.31) دکھائی گئی دیوار سے لگی میزجی ایکوی لبریم میں ہے۔ کیسے؟
2. میزجی کا وزن اپنی کلاک وائز ٹارک پیدا کرتا ہے۔ دیوار میزجی کے اوپر والے سرے کو دھکیلتی ہے اور اس طرح کلاک وائز ٹارک پیدا کرتی ہے۔ کیا میزجی ایکوی لبریم کی دوسری شرط کو پورا کرتی ہے؟
3. کیا پست کے پتھے کی سپیڈ بڑھتی چلی جاتی ہے؟
4. کیا یہ ایکوی لبریم کی دوسری شرط پر پورا اترتا ہے؟

### مثال 4.6

ایک یو نیفارم سلاخ جس کی لمبائی 1.5 m ہے ایک کنارے سے 0.5 m کے مقام پر فافانے پر رکھی ہوئی ہے۔ اسے افقی حالت میں رکھنے کے لیے اس کے ایک سرے پر 100 N کی فورس لگائی گئی ہے۔ سلاخ کا وزن اور فافانے کا اس پر رد عمل معلوم کیجیے۔



فافانے پر ایکوی لبریم میں پڑی سلاخ



$$F = 100 \text{ N}$$

$$OA = 0.5 \text{ m}$$

$$AG = BG = 0.75 \text{ m}$$

$$OG = AG - AO = 0.75 \text{ m} - 0.5 \text{ m} \\ = 0.25 \text{ m}$$

$$w = ?$$

$$R = ?$$

ایکوی لبریم کی دوسری شرط کا اطلاق کرتے ہوئے O کے گرد ٹارک معلوم

کرتے ہیں۔

$$\sum \tau = 0$$

$$F \times AO + R \times 0 - w \times OG = 0$$

$$100 \text{ N} \times 0.5 \text{ m} - w \times 0.25 \text{ m} = 0$$

$$w \times 0.25 \text{ m} = 100 \text{ N} \times 0.5 \text{ m}$$

$$w = \frac{100 \text{ N} \times 0.5 \text{ m}}{0.25 \text{ m}}$$

$$w = 200 \text{ N}$$

ایکوی لبریم کی پہلی شرط کا اطلاق کرتے ہوئے

$$\sum F_y = 0$$

$$R - F - w = 0$$

$$R - 100 \text{ N} - 200 \text{ N} = 0$$

$$R = 300 \text{ N}$$

پس سلاخ کا وزن 200 N اور فائے کارڈ عمل 300 N ہے۔

(States of Equilibrium) ایکوی لبریم کی حالتیں

ایکوی لبریم کی تین حالتیں ہیں:

(i) قیام پذیر ایکوی لبریم

(ii) غیر قیام پذیر ایکوی لبریم

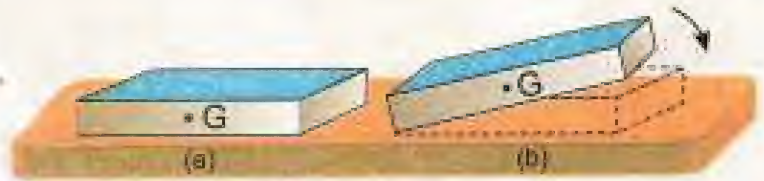
(iii) نیوٹرل ایکوی لبریم



## قیام پذیرائیکوی لبریم (Stable Equilibrium)



کیا آپ گرے بغیر ایسا کر سکتے ہیں؟



شکل 4.33: قیام پذیرائیکوی لبریم (a) میز پر پڑی ہوئی کتاب (b) جب کتاب کے سرے کو تھوڑا سا اٹھا کر چھوڑا جائے تو وہ اپنی پہلی حالت میں واپس آ جاتی ہے۔

فرض کیجیے میز پر ایک کتاب پڑی ہوئی ہے۔ اس کے کسی کنارے کو تھوڑا سا اوپر اٹھائیں جیسا کہ شکل (4.33) میں دکھایا گیا ہے۔ جیسے ہی اسے چھوڑا جائے گا یہ پہلی حالت میں واپس آ جائے گی۔ کسی جسم کی ایسی حالت کو قیام پذیرائیکوی لبریم کہتے ہیں۔

کوئی بھی جسم قیام پذیرائیکوی لبریم میں کہلاتا ہے اگر اسے تھوڑا سا اٹھا کر چھوڑ دیا جائے اور وہ اپنی پہلی حالت میں واپس آ جائے۔

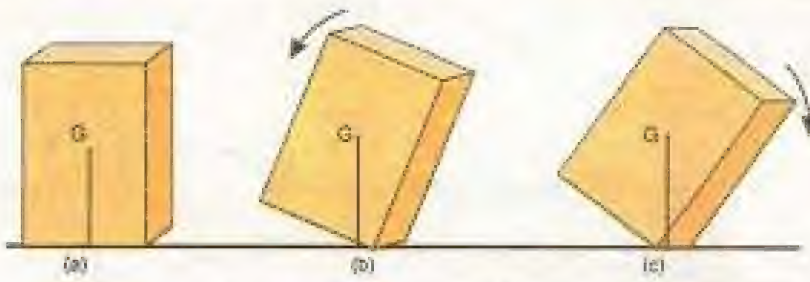
جب کوئی جسم قیام پذیرائیکوی لبریم میں ہوتا ہے تو اس کا سنٹر آف گریوٹیٹی پست ترین مقام پر ہوتا ہے۔ اوپر اٹھانے پر اس کا سنٹر آف گریوٹیٹی بلند ہو جاتا ہے۔ اپنے سنٹر آف گریوٹیٹی کو نیچے لاتے ہوئے یہ قیام پذیرائیکوی لبریم کی حالت میں واپس آتا ہے۔ کوئی بھی جسم اس وقت تک قیام پذیرائیکوی لبریم میں رہتا ہے جب تک اس کا سنٹر آف گریوٹیٹی اس کی بنیاد (base) کے اندر رہتا ہے۔

شکل (4.34) میں دکھائے گئے ایک بلاک کے متعلق سوچیے۔ بلاک کے ایک کنارے کو تھوڑا سا اوپر اٹھانے سے اس کا سنٹر آف گریوٹیٹی بلند ہو جاتا ہے۔ اگر G سے گزرنے والی عمودی لائن اس اوپر اٹھائی گئی حالت میں اس کی بنیاد (base) کے اندر رہتی ہے جیسا کہ شکل (4.34b) میں دکھایا گیا ہے تو بلاک اپنی پہلی پوزیشن پر واپس آ جاتا ہے۔ بلاک اپنی پہلی پوزیشن پر واپس نہیں آتا اگر G سے گزرنے والی عمودی لائن اس اوپر اٹھائی گئی حالت میں اس سے باہر نکل جاتی ہے۔ جیسا کہ شکل (4.34c) میں دکھایا گیا ہے۔ بلاک اپنی بنیاد پر الٹ کرائیکوی لبریم کی نئی پوزیشن میں چلا جاتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ گاڑیوں میں سنٹر آف گریوٹیٹی ممکن حد تک نیچے رکھنے



گاڑیاں نیچے سے بھاری رکھی جاتی ہیں۔ اس طرح ان کا سنٹر آف گریوٹیٹی نیچے آ جاتا ہے اور گاڑی کے توازن کو بڑھاتا ہے۔





شکل 4.34: (a) بلاک قیام پذیر ایکوی لبریم میں (b) ہلکا سا اوپر اٹھا کر چھوڑنے پر بلاک اپنی پوزیشن پر واپس آ جاتا ہے (c) زیادہ اوپر اٹھانے پر بلاک الٹ جاتا ہے اور اپنی پوزیشن پر واپس نہیں آتا۔  
کے لیے ان کے نچلے حصے بھاری رکھے جاتے ہیں۔ سنٹر آف گریویتی کا نیچے ہونا توازن کا باعث ہوتا ہے۔



شکل 4.35: ذیل ڈیکریس متوازن کی آزمائش کے مرحلہ میں ہے۔

نیز گاڑیوں کی بنیاد (base) کا پھیلاؤ بڑا رکھا جاتا ہے تاکہ موڑ کا متے ہوئے اس کے سنٹر آف گریویتی سے گزرنے والی عمودی لائن اس کی بنیاد سے باہر نہ نکل سکے۔

### غیر قیام پذیر ایکوی لبریم (Unstable Equilibrium)

ایک پھل لیں اور اسے اس کی نوک پر کھڑا کرنے کی کوشش کریں جیسا کہ شکل (4.36) میں دکھایا گیا ہے۔ جب بھی آپ اسے چھوڑیں گے یہ اپنی نوک پر الٹ کر گر جائے گی۔ ایسے ایکوی لبریم کو غیر قیام پذیر ایکوی لبریم کہتے ہیں۔ غیر قیام پذیر ایکوی لبریم میں کسی جسم کو صرف لمحے بھر کے لیے ہی ٹھہرایا جاسکتا ہے۔ پس کوئی بھی جسم غیر قیام پذیر ایکوی لبریم میں نہیں ٹھہرتا۔



شکل 4.36: غیر قیام پذیر ایکوی لبریم

(a) پھل اپنی نوک پر بمشکل ایکوی لبریم میں ہے۔ اس پوزیشن میں اس کا سنٹر آف گریویتی بلند ترین مقام پر ہے۔ (b) پھل ٹارک کے باعث الٹ جاتی ہے۔

اگر کوئی جسم انتہائی معمولی سا نیچے سا کر کے چھوڑنے پر اپنی پہلی پوزیشن میں واپس نہیں آتا تو یہ غیر قیام پذیر ایکوی لبریم میں کہلاتا ہے۔

غیر قیام پذیر ایکوی لبریم کی حالت میں جسم کا سنٹر آف گریویتی بلند ترین مقام پر ہوتا ہے۔ جیسے ہی جسم اپنی بنیاد پر گھومتا ہے اس کا سنٹر آف گریویتی نیچے آ جاتا ہے اور پھر جسم اپنی پہلی پوزیشن پر واپس نہیں آتا۔

### نیوٹرل ایکوی لبریم (Neutral Equilibrium)

ایک گیند لیں اور اسے کسی افقی سطح پر رکھیں جیسا کہ شکل (4.37a) میں دکھایا گیا ہے۔ گیند کو سطح پر ہلکا سا ہلا کر چھوڑ دیں۔ یہ اپنی نئی پوزیشن پر ٹھہر جائے گی اور واپس پہلی پوزیشن پر نہیں آئے گی، اسے نیوٹرل ایکوی لبریم کہتے ہیں۔



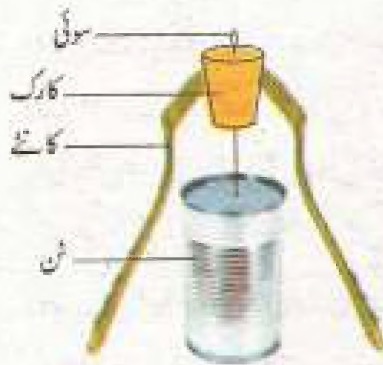
شکل 4.37: نیوٹرل ایکوی لبریم

(a) افقی سطح پر چڑی ہوئی گیند  
(b) گیند اپنی نئی پوزیشن پر ٹھہر جاتی ہے۔



اگر کوئی جسم اپنی پہلی پوزیشن سے ہلانے پر نئی پوزیشن پر جا کر ٹھہر جاتا ہے تو یہ نیوٹرل ایکوی لبریم کی حالت میں کہلاتا ہے۔

نیوٹرل ایکوی لبریم میں ہر نئی حالت جس میں جسم حرکت کرتا ہے اس کی متوازن حالت ہوتی ہے اور جسم ہر اس نئی حالت میں ٹھہر جاتا ہے جس میں اسے لایا جائے۔ نیوٹرل ایکوی لبریم میں جسم کا سنٹر آف گریوٹیٹی نہ پہلے سے بلند ہوتا ہے اور نہ ہی پہلے سے نیچے جاتا ہے بلکہ ایک ہی بلندی پر رہتا ہے۔ مختلف اجسام جو نیوٹرل ایکوی لبریم میں ہوتے ہیں ان میں گیند، گولا، بیلن، انڈر اور آفتی پڑی ہوئی چمیل شامل ہیں۔



شکل 4.38: نوک پر متوازن کی گئی سوئی

#### 4.9 شیبیلیٹی اور سنٹر آف ماس کی پوزیشن

(Stability and Position of Centre of Mass)

ہم پڑھ چکے ہیں کہ کسی جسم کا سنٹر آف ماس اس کے متوازن ہونے میں ایک اہم کردار ادا کرتا ہے۔ اجسام کو متوازن رکھنے کے لیے ان کا سنٹر آف ماس جس قدر ممکن ہو سکے نیچے رکھنا چاہیے۔ یہی وجہ ہے کہ رینگ کاریں نیچے سے بھاری رکھی جاتی ہیں اور ان کی بلندی کم سے کم رکھی جاتی ہے۔ سرکس (circus) میں رے پر چلنے والا فنکار ایک لمبے راڈ کی مدد سے اپنے سنٹر آف ماس کو نیچے لاتا ہے۔ آئیے چند مثالوں کا مطالعہ کرتے ہیں جن میں سنٹر آف ماس نیچے لاکر اجسام کو متوازن بنانے میں مدد ملتی ہے۔ یہ اجسام ہلانے پر اپنی متوازن حالت میں واپس آ جاتے ہیں۔ ان میں سنٹر آف ماس لٹکائے جانے والے مقام سے عموداً نیچے ہوتا ہے۔ اس طرح ان کا ایکوی لبریم متوازن ہوتا ہے۔



شکل 4.39 (a) شیبٹی پر بیٹھا طوطا  
(b) خود سیدھا ہونے والا کھلونا

شکل (4.38) میں ایک کارک میں کپڑے سینے والی سوئی دکھائی گئی ہے۔ کارک پر کانٹے (forks) لگا کر سوئی کی نوک پر ایکوی لبریم میں رکھا گیا ہے۔ کانٹے سنٹر آف ماس کو نیچے لے آتے ہیں۔ شکل (4.39a) میں شیبٹی پر بیٹھا طوطا دکھایا گیا ہے۔ اس کی دم وزنی بنائی گئی ہے۔ شکل (4.39b) میں ایک کھلونا دکھایا گیا ہے جو میڑھا کرنے پر خود ہی سیدھا ہو جاتا ہے۔ اس کا گول پینڈا وزنی بنایا گیا ہے۔ میڑھا کرنے پر اس کا سنٹر آف ماس بلند ہو جاتا ہے۔ اس لیے یہ واپس سیدھا ہو جاتا ہے۔ کیونکہ اس پوزیشن میں اس کا سنٹر آف ماس انتہائی نیچے ہوتا ہے۔



## خلاصہ

- پیرا ایل فورسز کے عمل کی لائنز ایک دوسرے کے پیرا ایل ہوتی ہیں۔
- اگر تمام پیرا ایل فورسز ایک ہی سمت میں ہوں تو یہ لائنک پیرا ایل فورسز کہلاتی ہیں۔ اگر دو پیرا ایل فورسز ایک دوسرے کی مخالف سمت میں ہوں تو یہ ان لائنک پیرا ایل فورسز کہلاتی ہیں۔
- دو یا دو سے زیادہ فورسز کا مجموعہ ریزلٹنٹ فورس کہلاتا ہے۔ دو یا دو سے زیادہ فورسز کا ریزلٹنٹ معلوم کرنے کا گرافیکل طریقہ ہیڈ ٹو ٹیل رول کہلاتا ہے۔
- کسی فورس کو ایسے دو کمپونینٹس میں تقسیم کرنا جو ایک دوسرے پر عموداً واقع ہوں فورس کی تحلیل یا ریزولوشن کہلاتا ہے۔ یہ عمودی کمپونینٹس  $F_x$  اور  $F_y$  کہلاتے ہیں۔  

$$F_x = F \cos \theta, \quad F_y = F \sin \theta$$
- کسی فورس کی مقدار اور سمت کو اس کے عمودی کمپونینٹس سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔ یعنی  

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}, \quad \theta = \tan^{-1} \frac{F_y}{F_x}$$
- کسی فورس کا ٹارک یا مومنٹ آف فورس اس فورس کا گردش اثر کہلاتا ہے۔ یہ فورس اور فورس کے مومنٹ آرم کے حاصل ضرب کے مساوی ہوتا ہے۔
- مومنٹس کے اصول کے مطابق ایکوی لبریم کی حالت میں کسی جسم پر عمل کرنے والے کلاک وائرز مومنٹس کا مجموعہ اس پر عمل کرنے والے اسٹی کلاک وائرز مومنٹس کے مجموعہ کے مساوی ہوتا ہے۔
- کسی جسم کا سنٹر آف گریوٹیٹی ایک ایسا پوائنٹ ہوتا ہے جہاں اس کا کل وزن عموداً نیچے کی جانب عمل کرتا ہے۔
- دو ایسی فورسز کپل بناتی ہیں جو مقدار میں مساوی لیکن سمت میں مخالف ہوں اور جن کا مختلف لائن آف ایکشن ہو۔ اگر کسی جسم پر عمل کرنے والی ریزلٹنٹ فورس صفر ہو تو وہ ایکوی لبریم میں ہوتا ہے۔
- ایکوی لبریم کی صورت میں جسم یا تو ریسٹ میں رہتا ہے یا یونیفارم سپیڈ سے حرکت کرتا ہے۔
- ایک جسم ایکوی لبریم کی دوسری شرط پوری کرتا ہے اگر اس پر عمل کرنے والا ریزلٹنٹ ٹارک صفر ہو۔
- ایک جسم قیام پذیر ایکوی لبریم کی حالت میں ہوتا ہے اگر وہ معمولی سا ہلا کر چھوڑنے سے واپس اپنی پہلی پوزیشن میں آجائے۔
- اگر کوئی جسم معمولی سا ہلا کر چھوڑنے پر اپنی پہلی پوزیشن میں واپس نہیں آتا تو وہ غیر قیام پذیر ایکوی لبریم کی حالت میں ہوتا ہے۔
- اگر کوئی جسم تھوڑا سا ہلا کر چھوڑنے پر ہر نئی پوزیشن میں ٹھہر جائے تو وہ نیوٹرل ایکوی لبریم کی حالت میں کہلاتا ہے۔

## سوالات

- 4.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔
- (i) دو مساوی لیکن ان لائنک پیرا ایل فورسز جن کا لائن آف ایکشن مختلف ہو پیدا کرتی ہیں۔
- (a) ٹارک (b) کپل
- (c) نیوٹرل ایکوی لبریم (d) ایکوی لبریم



- (b) پست ترین پوزیشن پر ہو  
(c) اپنی بلندی برقرار رکھتا ہے اگر اسے اپنی جگہ سے بلایا جائے۔  
(d) بنیاد کے اندر رہتا ہے
- (iii) ہینڈ ٹوٹیل رول سے ویکٹرز کی تعداد جنہیں جمع کیا جا سکتا ہے وہ ہے:  
(a) 2 (b) 3  
(c) 4 (d) کوئی بھی تعداد
- (iii) کسی ویکٹر کے عمودی کمپونینٹس کی تعداد ہوتی ہے:  
(a) 1 (b) 2  
(c) 3 (d) 4
- (iv) 10 نیوٹن کی ایک فورس  $x$ -ایکسز کے ساتھ  $30^\circ$  کا زاویہ بناتی ہے۔ اس فورس کا افقی کمپونینٹ ہوگا۔  
(a) 4N (b) 5N  
(c) 7N (d) 8.7N
- 4.2 مندرجہ ذیل کی تعریف کیجیے۔  
(i) ریزلٹنٹ ویکٹر (ii) ٹارک  
(iii) سنٹر آف ماس (iv) سنٹر آف گریویتی  
4.3 مندرجہ ذیل میں تفریق کیجیے۔  
(i) لائنک اور ان لائنک جبر الہل فورسز  
(ii) ٹارک اور کپل  
(iii) قیام پذیر اور نیوٹرل ایکوی لبریم
- 4.4 ہینڈ ٹوٹیل رول ویکٹرز کا ریزلٹنٹ معلوم کرنے میں کس طرح مدد کرتا ہے؟  
4.5 کسی فورس کو اس کے عمودی کمپونینٹس میں کس طرح تحلیل کیا جاسکتا ہے؟  
4.6 کوئی جسم کب ایکوی لبریم میں ہوتا ہے؟  
4.7 ایکوی لبریم کی پہلی شرط کی وضاحت کیجیے۔  
4.8 ایکوی لبریم کی دوسری شرط کی کیا ضرورت ہے اگر کوئی جسم ایکوی لبریم کی پہلی شرط پوری کرتا ہے؟  
4.9 ایکوی لبریم کی دوسری شرط کیا ہے؟  
4.10 کسی ایسے متحرک جسم کی مثال دیجیے جو ایکوی لبریم میں ہو۔
- (v) ایک کپل عمل میں آتا ہے:  
(a) دو ایک دوسرے پر عمودی فورسز سے  
(b) دو لائنک جبر الہل فورسز سے  
(c) ایک ہی لائن میں عمل کرنے والی مساوی اور مخالف فورسز سے  
(d) ایک ہی لائن میں عمل نہ کرنے والی دو مساوی اور مخالف فورسز سے
- (vi) ایک جسم ڈائنامک ایکوی لبریم میں ہوتا ہے جب اس کا ایکسلریشن یونیفارم ہو۔  
(a) کی سپیڈ یونیفارم ہو  
(b) کی سپیڈ اور ایکسلریشن یونیفارم ہو  
(c) کا ایکسلریشن صفر ہو  
(d) کا ایکسلریشن صفر ہو
- (vii) ایک جسم نیوٹرل ایکوی لبریم میں ہوتا ہے اگر اس کا سنٹر آف گریویتی  
(a) بلند ترین پوزیشن پر ہو



- 4.11 ایسے جسم کی مثال دیجیے جو ریٹ میں ہو لیکن ایکوی لبریم میں نہ ہو۔
- 4.12 کوئی جسم ایکوی لبریم میں کیوں نہیں ہو سکتا اگر اس پر سنگل فورس عمل کر رہی ہو؟
- 4.13 گاڑیوں کی اونچائی ممکن حد تک کم کیوں رکھی جاتی ہے؟
- 4.14 قیام پذیر، غیر قیام پذیر اور نیوٹرل ایکوی لبریم سے کیا مراد ہے؟ ہر ایک کی مثال دیں۔

### مشقی سوالات

- 4.1 مندرجہ ذیل فورسز کا ریزولٹ معلوم کیجیے۔
- (i) 10 نیوٹن  $x$ -ایکسر کی سمت میں
- (ii) 6 نیوٹن  $y$ -ایکسر کی سمت میں
- (iii) 4 نیوٹن منفی  $x$ -ایکسر کی سمت میں
- 4.2  $x$ -ایکسر کے ساتھ  $45^\circ$  کا زاویہ بناتے ہوئے  $8.5 \text{ N}$
- 4.3  $50 \text{ N}$  کی فورس  $x$ -ایکسر کے ساتھ  $30^\circ$  کا زاویہ بنارہی ہے۔ اس کے عمودی کمپوننٹس معلوم کریں۔
- (43.3N, 25N)
- 4.3 اس فورس کی مقدار اور سمت بتائیے جس کا
- $x$ -کمپوننٹ  $12 \text{ N}$  اور  $y$ -کمپوننٹ  $5 \text{ N}$  ہے۔
- ( $x$ -ایکسر کے ساتھ  $22.6^\circ$  کے زاویہ پر  $13 \text{ N}$ )
- 4.4 100 نیوٹن کی فورس نٹ سے  $10 \text{ cm}$  کے فاصلہ پر
- سٹینر پر عموداً عمل کر رہی ہے۔ اس سے پیدا ہونے والا تارک معلوم کیجیے۔
- (10 Nm)
- 4.5 ایک فورس کسی جسم پر  $x$ -ایکسر کے ساتھ  $30^\circ$  کا
- زاویہ بناتے ہوئے عمل کر رہی ہے۔ فورس کا
- $x$ -کمپوننٹ  $20 \text{ N}$  ہے۔ فورس معلوم کیجیے۔
- (23.1 N)
- 4.6 کسی کار کے سٹیرنگ ڈھیل کارڈیس  $16 \text{ cm}$  ہے۔
- $50 \text{ N}$  کے کھل سے پیدا ہونے والا تارک معلوم کیجیے۔
- (16 Nm)
- 4.7 ایک کچر فریم دو عمودی ڈوریوں سے لٹک رہا ہے۔
- ڈوریوں میں ٹینشن  $3.8 \text{ N}$  اور  $4.4 \text{ N}$  ہے۔
- کچر فریم کا وزن معلوم کیجیے۔
- (8.2 N)
- 4.8  $5 \text{ kg}$  اور  $3 \text{ kg}$  کے دو
- بلاکس ڈوریوں سے لٹکائے
- گئے ہیں جیسا کہ شکل میں
- دکھایا گیا ہے۔ ہر ایک ڈوری
- میں ٹینشن معلوم کیجیے۔
- (80N, 30N)
- 4.9 ایک نٹ  $10 \text{ cm}$  لمبا سٹینر استعمال کر کے  $200 \text{ N}$
- کی فورس سے کس دیا گیا ہے۔ اسے  $150 \text{ N}$  کی
- فورس سے ڈھیلا کرنے کے لیے کتنا لمبا سٹینر درکار
- ہوگا؟
- (13.3 cm)
- 4.10 10 کلوگرام ماس کا ایک بلاک  $1 \text{ m}$  لمبی سلاخ کے
- مرکز سے  $20 \text{ cm}$  کے فاصلے پر لٹکایا گیا ہے۔
- سلاخ کو اس کے سنٹر آف گریوٹیٹی پر ایکوی لبریم میں
- لانے کے لیے اس کے دوسرے سرے پر کتنی فورس
- لگانے کی ضرورت ہے؟
- (40 N)

